

2022

# Abitur

Original-Prüfung  
mit Lösungen

**MEHR  
ERFAHREN**

Sachsen

**Chemie**

**ActiveBook**  
• Interaktives  
Training

Original-Prüfungsaufgaben  
**2021** zum Download



**STARK**

# Inhalt

Vorwort  
Stichwortverzeichnis

## Hinweise und Tipps für das Zentralabitur im Fach Chemie

1	Hinweise zur Nutzung dieses Buches	I
2	Inhaltliche Einschränkungen für die Prüfung wegen der Pandemie	I
3	Tipps zum Ablauf der schriftlichen Prüfung	III
4	Die Anforderungsbereiche in den Prüfungsaufgaben	V
<b>Anhang</b>		<b>IX</b>

## Grundkurs Abiturprüfung 2014

Aufgabe A:	Kohlenstoffverbindungen	G 2014-1
Aufgabe B:	Stickoxide, schweflige Säure, Verbrennungsenthalpie, chemisches Gleichgewicht, Elektrolyse, Ester	G 2014-1
Aufgabe C 1:	Identifizieren organischer Stoffe, Sulfite	G 2014-3
Aufgabe C 2:	Herstellung und Reaktionen von Kohlenstoff	G 2014-3

## Leistungskurs Abiturprüfung 2014

Aufgabe A:	Organische Säuren	2014-1
Aufgabe B:	Kupferverbindungen	2014-1
Aufgabe C 1:	Magnesiumsulfat und Magnesiumcarbonat	2014-3
Aufgabe C 2:	Maltose und Saccharose	2014-4

## Grundkurs Abiturprüfung 2015

Aufgabe A:	Halogenchemie	G 2015-1
Aufgabe B:	Essigsäure, Ester, Galvanische Zellen	G 2015-1
Aufgabe C 1:	Identifizieren von Stoffen, Petrischalenexperimente	G 2015-3
Aufgabe C 2:	Ammoniumchlorid	G 2015-3

## Leistungskurs Abiturprüfung 2015

Aufgabe A:	Milchsäure, Reaktionen mit Eisenverbindungen	2015-1
Aufgabe B:	Stickstoffverbindungen	2015-2
Aufgabe C 1:	Identifizieren von Stoffen	2015-4
Aufgabe C 2:	Redoxtitration	2015-4

## Grundkurs Abiturprüfung 2016

Aufgabe A:	Schwefel und seine Verbindungen	G 2016-1
Aufgabe B:	Lithium- und Chlorverbindungen	G 2016-2
Aufgabe C 1:	Zusammensetzung von Gummibärchen	G 2016-4
Aufgabe C 2:	Harnstoff	G 2016-4

Fortsetzung siehe nächste Seite

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2016**

---

Aufgabe A:	Allgemeine Chemie, Molybdän- und Molybdänverbindungen	2016-1
Aufgabe B:	Asparaginsäure, Phosgen, Silber, Natriumhydrogensulfat, Indigo	2016-2
Aufgabe C 1:	Salicylsäure und Acetylsalicylsäure	2016-4
Aufgabe C 2:	Reaktionen von Silbernitrat- mit Kaliumiodidlösungen	2016-4

## **Grundkurs Abiturprüfung 2017**

---

Aufgabe A:	Eisen, chemisches Gleichgewicht, Ester	G 2017-1
Aufgabe B:	Aluminium, BOUDOUARD-Gleichgewicht, Säure-Base-Theorie, Polymere	G 2017-1
Aufgabe C 1:	Reaktion und Nachweise mit BULLRICH-Salz	G 2017-3
Aufgabe C 2:	Metalle und ihre Reaktionen	G 2017-3

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2017**

---

Aufgabe A:	Silicium und Siliciumverbindungen	2017-1
Aufgabe B:	Chemisches Gleichgewicht; Lösungsvorgänge; Säure-Base-Reaktionen, Farbstoffe	2017-1
Aufgabe C 1:	Analyse einer Natriumacetatlösung	2017-2
Aufgabe C 2:	Wirkung von Entfärbem	2017-3

## **Grundkurs Abiturprüfung 2018**

---

Aufgabe A:	Stickstoffverbindungen	G 2018-1
Aufgabe B:	Selenverbindungen, Galvanische Elemente	G 2018-2
Aufgabe C 1:	Isotonische Getränke	G 2018-3
Aufgabe C 2:	Struktur einer organischen Verbindung	G 2018-4

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2018**

---

Aufgabe A:	Chrom und seine Verbindungen	2018-1
Aufgabe B:	Allgemeine Chemie	2018-2
Aufgabe C 1:	Ammoniumchlorid	2018-4
Aufgabe C 2:	Ascorbinsäure (Vitamin C)	2018-4

## **Grundkurs Abiturprüfung 2019**

---

Aufgabe A:	Modellvorstellungen und Eigenschaften	G 2019-1
Aufgabe B:	Stoffe und chemische Reaktionen	G 2019-2
Aufgabe C 1:	Ammoniumsalze	G 2019-3
Aufgabe C 2:	Redox- und Fällungsreaktionen	G 2019-4

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2019**

---

Aufgabe A:	Aromatische Verbindungen	2019-1
Aufgabe B:	Chemie und Mobilität	2019-2
Aufgabe C 1:	Identifizieren anorganischer Verbindungen	2019-4
Aufgabe C 2:	Konduktometrische Fällungstitration	2019-4

## **Grundkurs Abiturprüfung 2020**

---

Aufgabe A:	Modellvorstellungen, Eigenschaften und Reaktionen . . . . .	G 2020-1
Aufgabe B:	Fluor und Fluorverbindungen . . . . .	G 2020-1
Aufgabe C 1:	Qualitative Analyse von Inhaltsstoffen der Chipssorte "Salt & Vinegar" . . . . .	G 2020-3
Aufgabe C 2:	Elektrolyse einer Zinkiodidlösung . . . . .	G 2020-4

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2020**

---

Aufgabe A:	Methansäure, Lithiumchlorid und Farbigkeit . . . . .	2020-1
Aufgabe B:	Arsen- und Stickstoffverbindungen . . . . .	2020-2
Aufgabe C 1:	Reaktionen mit Kaliumpermanganat . . . . .	2020-4
Aufgabe C 2:	Quantitative Analyse einer Zinksalzlösung . . . . .	2020-5

## **Grundkurs und Leistungskurs Abiturprüfung 2021**

---

Alle Aufgaben . . . . . [www.stark-verlag.de/mystark](http://www.stark-verlag.de/mystark)

Das Corona-Virus hat auch im vergangenen Schuljahr die Prüfungsabläufe beeinflusst. Um Ihnen die Prüfung 2021 schnellstmöglich zur Verfügung stellen zu können, bringen wir sie in digitaler Form heraus.

Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2021 zur Veröffentlichung freigegeben sind, können sie als PDF auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden (Zugangscode siehe Farbseiten vorne im Buch).

## **Lösungen der Aufgaben:**

---

Claas Riedel und Steffen Schäfer

# Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

das vorliegende Buch bietet Ihnen die Möglichkeit, sich optimal auf die schriftliche Abiturprüfung im Fach Chemie vorzubereiten.

Im Abschnitt „**Hinweise und Tipps für das Zentralabitur im Fach Chemie**“ bieten wir Ihnen ausführliche Hinweise zum **Ablauf und den Anforderungen der schriftlichen Prüfung** in Sachsen. Zusätzlich werden die Anforderungsbereiche der Abiturprüfung genau erläutert und die Unterteilung der Prüfungsaufgaben in Reproduktions-, Transfer- und problemlösende Aufgaben an Beispielen erklärt.

Das Buch enthält die Aufgaben des sächsischen Zentralabiturs für den Grund- und den Leistungskurs der **Jahrgänge 2014–2021**. Sobald die **Abschlussprüfungen 2021** des LK und des GK zur Veröffentlichung freigegeben sind, können sie auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden.

Zu allen Abituraufgaben bieten wir Ihnen von unseren Autoren erstellte **ausführliche, kommentierte Lösungsvorschläge**, z. T. mit Tipps und Hinweisen zur Lösungsstrategie, die eine effektive Vorbereitung auf die Prüfung ermöglichen.

Lernen Sie gerne am **PC** oder **Tablet**? Nutzen Sie das **ActiveBook**, um mithilfe von interaktiven Aufgaben Ihr chemisches Fachwissen effektiv zu trainieren (vgl. Farbseiten zu Beginn des Buches).



Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abitur-Prüfung 2022 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, sind aktuelle Informationen dazu online auf der Plattform MyStark abrufbar.

Viel Erfolg wünschen Ihnen Verlag und Autoren!



zu 2 Bewertungseinheiten abgezogen werden. Machen Sie also eine Stichwortliste, eine grobe Gliederung oder Skizzenentwürfe erst einmal im Konzept.

### *Fachsprache, Skizzen*

Achten Sie darauf, dass Sie alle Fachbegriffe in Ihre Antworten einbauen, die zur vollständigen Beantwortung einer Aufgabenstellung notwendig sind. Kurze Definitionen der Fachbegriffe unterstreichen Ihre Fachkompetenz. Häufig kann man Formulierungshilfen aus den Vortexten übernehmen. Schematische Skizzen müssen in der Regel mindestens eine halbe Seite groß sein! „Miniskizzen“ mit unklarer Beschriftung und mehrfach mit Kugelschreiber oder Filzstift korrigierte Strukturen führen zu Punktabzügen. Also: Tinte bzw. Tintenkiller und für Skizzen Bleistift, Radiergummi, und Lineal benutzen! Ebenfalls sollen Strukturformeln und Reaktionsgleichungen in Größe und Darstellung übersichtlich sein.

### *Zeitmanagement, Vollständigkeit*

Nicht selten werden zurückgestellte Teilaufgaben vergessen. Beginnen Sie deshalb jeden Aufgabenblock auf einem neuen vierseitigen Papierbogen. Damit entfällt die Suche nach Teilaufgaben, die als Nachtrag irgendwo zwischen anderen Aufgabenblöcken versteckt sind. Auf diesem Bogen kann man jederzeit eine Transfer-Frage nachtragen, die man erst bearbeiten will, wenn die leichteren Aufgaben erledigt sind. Haken Sie deshalb alle erledigten Teilfragen auf dem Aufgabenblatt deutlich sichtbar ab!

### *Aufgabenstruktur*

Bei materialgebundenen Aufgaben enthalten die beigelegten Materialien (z. B. Zusammensetzung von Lebensmitteln, Formeln, Beipackzettel von Arzneimitteln, Materialien aus dem Internet) oft wichtige Informationen, die für die Lösung der Aufgaben unbedingt notwendig sind. Lesen Sie sich deshalb alle beigelegten Materialien gründlich durch.

Für Aufgaben mit Berechnungen sind wichtige quantitative Größen im Anhang Ihrer Prüfungsaufgaben enthalten. Schauen Sie erst in diesem Anhang nach und verwenden Sie die dort angegebenen Größen, da bei unterschiedlichen Formelsammlungen verschiedener Verlage Abweichungen in den Angaben auftreten können.

Die Aufgaben sind mitunter so formuliert, dass Sie eigene Beispiele in Ihre Ausführungen mit einbeziehen können. Auch die Auswertung von Diagrammen kann eine Rolle spielen. Wenn Sie selbst ein Diagramm zeichnen müssen, dann achten Sie auf exakte Beschriftung der Koordinaten. Dadurch soll das Verständnis für chemische Zusammenhänge und deren Bedeutung verstärkt dokumentiert werden. Großer Wert wird neben fachlichem Wissen und der Beherrschung der Fachsprache also auf die Fähigkeit gelegt, allgemeine Prinzipien in einem neuen Problem wiederzuerkennen.

In den letzten Jahren änderte sich auch die Art der Fragestellungen. Diese sind nun in manchen Abschnitten „offener“ formuliert. Außerdem werden, mehr als dies zuvor üblich war, folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten geprüft:

- Auswertung von Diagrammen, Tabellen und Experimenten,
- Deutung von Graphen und Versuchsergebnissen,
- Entwicklung von Hypothesen und
- Einordnung von Sachverhalten in größere Zusammenhänge.

### **Bearbeitung der praktischen Aufgaben**

Lesen Sie sich vor der Durchführung der Experimente die Versuchsanleitung vollständig und genau durch. Überlegen Sie, welche Geräte und Chemikalien benötigt werden und fordern Sie diese bei der Aufsicht führenden Lehrkraft an. Achten Sie dabei auf die Hinweise zu den Gefahrstoffen. Notieren Sie sich während der Durchführung des Experiments alle Beobachtungen auf Konzeptpapier. Sind die Beobachtungen nicht eindeutig,

dann wiederholen Sie das Experiment. Beziehen Sie in die Auswertung von quantitativen Experimenten eine Fehlerbetrachtung ein.

#### 4 Die Anforderungsbereiche in den Prüfungsaufgaben

Die Prüfungsaufgaben im Fach Chemie kann man drei **Anforderungsbereichen** zuordnen, die ein unterschiedliches Maß an Selbstständigkeit und Abstraktionsvermögen bei der Bearbeitung erfordern. Alle drei Bereiche werden in Abfragen, Tests und Klausuren sowie den Abituraufgaben berücksichtigt. Bei diesen Anforderungsbereichen handelt es sich um

- die reine Wiedergabe erlernten Unterrichtsstoffes („Reproduktion“).
- die Übertragung des Gelernten auf vergleichbare, aber neue Zusammenhänge („Reorganisation“ und „Transfer“).
- „problemlösendes Denken“ mit Beurteilung und Bewertung eines unbekannten Sachverhaltes.

Nicht immer lassen sich die drei Anforderungsbereiche scharf gegeneinander abgrenzen. Auch kann die zur Beantwortung einer Prüfungsaufgabe erforderliche Leistung nicht in jedem Fall eindeutig einem bestimmten Bereich zugeordnet werden. Trotzdem ist es für Sie hilfreich, diese Anforderungsbereiche zu kennen, da Sie hierdurch leichter nachvollziehen können, wie die Verteilung der Bewertungseinheiten und die unterschiedliche Gewichtung der (Teil-)Aufgaben zustande kommt.

Vor jeder Prüfung sollten Sie sich Gedanken über die in Fragen immer wieder gebrauchten Formulierungen („Schlüsselbegriffe“, „Signalwörter“) machen. Diese Begriffe haben auffordernden Charakter. Im Folgenden wird erläutert, welche Begriffe dies sind und welche Erwartungen damit verbunden sind.

##### Anforderungsbereich I: Inhalte und Fakten reproduzieren

Von **Reproduktion** spricht man, wenn erlerntes Wissen wiedergegeben oder eine erworbene Fertigkeit in einem bekannten Zusammenhang gezeigt werden soll. Dabei kann es sich um einen theoretischen Sachverhalt oder um ein im Praktikum eingeübtes Vorgehen handeln.

Schätzen Sie die Bedeutung des „nur“ Gelernten nicht gering ein. Dieses Grundlagenwissen ist die Basis für die Lösung von Aufgaben, die den beiden im Folgenden dargestellten Anforderungsbereichen zuzuordnen sind.

Die Formulierung einer (Teil-)Aufgabe mit dem Begriff „nennen“ kann Ihnen zeigen, dass eine Aufzählung der Fakten ohne weitere Erläuterungen verlangt ist. Auch der Begriff „beschreiben“ verlangt oft die Reproduktion des Erlernten, allerdings mit einer detaillierteren Darstellung von Zusammenhängen und Prinzipien.

Die folgende Tabelle fasst Schlüsselbegriffe zusammen, die häufig verwendet werden, wenn die Reproduktion erlernten Wissens verlangt ist:

Schlüsselbegriff	Bedeutung	Beispiel
nennen, aufzählen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen	<i>Nennen Sie drei Beispiele für Säure-Base-Indikatoren.</i>
angeben (bei Berechnungen)	Ergebnis nennen, ohne den Lösungsweg angeben zu müssen	<i>Geben Sie den pH-Wert einer 0,1 molaren Eisen(III)-chloridlösung an.</i>



bezeichnen, benennen, beschriften	Bestandteile chemischer Apparaturen, Gleichungen oder Reaktionsmechanismen angeben und durch Zeichen kenntlich machen	<i>Benennen Sie die an der Reaktion beteiligten organischen Verbindungen.</i>
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge angeben	<i>Beschreiben Sie Ihr experimentelles Vorgehen.</i>
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Bezüge in angemessenen Kommunikationsformen strukturiert wiedergeben	<i>Stellen Sie anhand einer beschrifteten Skizze dar, wie sich der pH-Wert in Abhängigkeit von der Menge der zugeotropften Lösung ändert.</i>
definieren	einen Begriff durch Angabe seiner wesentlichen Merkmale eindeutig bestimmen	<i>Definieren Sie die Begriffe „pH-Wert“ und „pK<sub>S</sub>-Wert“.</i>

Tab. 1: Häufig verwendete Schlüsselbegriffe des Anforderungsbereiches I „Reproduktion“

## Anforderungsbereich II:

### Zusammenhänge und Strukturen erkennen und darstellen

Höhere Anforderungen als die der reinen Reproduktion stellt eine Prüfungsaufgabe, die **Reorganisation** bzw. eine **Transferleistung** von Ihnen verlangt. In der Regel geht damit auch eine höhere Bewertung einher. Eine Prüfungsaufgabe ist dieser zweiten Anforderungsebene zuzuordnen, wenn ein bekannter Sachverhalt, etwa das typische Reaktionsverhalten einer Verbindungsklasse, auf andere chemische Verbindungen übertragen („transferiert“), richtig benannt und in diesen neuen Zusammenhang ein- und zugeordnet („reorganisiert“) werden soll. Auch die selbstständige Übertragung („Verbalisierung“) von Grafiken oder Versuchsaufbauten in die korrekte Fachsprache gehört zu diesem Anforderungsbereich.

Begriffe wie „erklären“ oder „erläutern“ können Aufgabenstellungen signalisieren, die von Ihnen dieses höhere Maß an Abstraktionsfähigkeit und Selbstständigkeit bei der Beantwortung der Frage verlangen. Auch wenn es die weitere Aufgabenstellung nicht explizit verlangt, Reaktionsgleichungen zu formulieren, so sollte man bei der Aufgabenstellung „Erläutern Sie ...“ Reaktionsgleichungen mit einbeziehen, die mit dem Problem in der Aufgabenstellung in Zusammenhang stehen.

Weitere Signalwörter hierfür sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Schlüsselbegriff	Bedeutung	Beispiel
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen	<i>Begründen Sie den höheren pH-Wert einer 1 molaren Essigsäurelösung im Vergleich zu 1 molarer Salzsäure.</i>
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen	<i>Erklären Sie an einem Beispiel die Wirkungsweise eines Katalysators.</i>
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen (chemische Formeln und Gleichungen) veranschaulichen und verständlich machen	<i>Erläutern Sie die Wirkungsweise des LECLANCHÉ-Elements.</i>

vergleichen	Gemeinsamkeiten und / oder Unterschiede feststellen und eventuell Schlussfolgerungen ableiten	<i>Vergleichen Sie den berechneten mit dem von Ihnen experimentell bestimmten pH-Wert.</i>
interpretieren	mögliche Ursachen und Bedingungen für bestimmte Erscheinungen oder Entwicklungen darstellen und Zusammenhänge des Sachverhalts verdeutlichen	<i>Interpretieren Sie die aufgenommene Titrationskurve.</i>
ordnen, zuordnen, einordnen	Fakten, Begriffe und Systeme zueinander in Beziehung setzen, Zusammenhänge herstellen und nach bestimmten Gesichtspunkten bewerten	<i>Ordnen Sie den gegebenen Verbindungen die Siede- und Schmelztemperaturen zu.</i>
kennzeichnen, charakterisieren, identifizieren	Typisches, Wesentliches eines Sachverhalts nach bestimmten Gesichtspunkten benennen und beschreiben	<i>Charakterisieren Sie das Verhalten der Reaktionsprodukte gegenüber sauren Lösungen.</i>
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Sachverhalte in einen Zusammenhang stellen und gegebenenfalls zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen	<i>Werten Sie die von Ihnen gemachten Beobachtungen aus.</i>
anwenden	Modellvorstellungen, Gesetze und elementare mathematische Beziehungen, die an ähnlichen Beispielen behandelt wurden, auf neue Sachverhalte übertragen	<i>Wenden Sie das Prinzip von LE CHATELIER auf diese Gleichgewichtsreaktion an.</i>
analysieren	gegebene Informationsquellen auf ihren möglichen Nutzen bei der Lösung eines Problems hin untersuchen	<i>Analysieren Sie die in der Tabelle gegebenen Werte auf ihre Glaubwürdigkeit hin.</i>
auswählen, verknüpfen	bekannte Daten, Fakten und Methoden auf ihre Eignung hin untersuchen und in neue Zusammenhänge stellen	<i>Wählen Sie zur Identifizierung der Ionen geeignete Nachweisreaktionen aus.</i>
planen, entwickeln	Überlegungen zur Durchführung von Experimenten zu vorgegebenen Fragestellungen anstellen	<i>Planen Sie die Durchführung eines Experiments für die Synthese eines Fruchtesters.</i>
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren	<i>Verallgemeinern Sie das Ergebnis Ihrer Experimente.</i>
berechnen	Lösen einer mathematischen Aufgabe unter Angabe des Rechenweges und von Zwischenschritten und -ergebnissen	<i>Berechnen Sie die Zellspannung des LECLANCHÉ-Elements unter Standardbedingungen.</i>
bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage z. B. einer Hypothese oder einer Modellvorstellung durch ein Experiment verifizieren	<i>Bestätigen Sie mit dem folgenden Experiment die Gültigkeit des Satzes von HESS.</i>

Tab. 2: Häufig verwendete Schlüsselbegriffe des Anforderungsbereiches II „Reorganisation“

### Anforderungsbereich III: Probleme lösen und Meinungen vertreten

Am anspruchsvollsten sind Fragen, die problemlösendes Denken verlangen. Häufig erfordern solche Aufgaben, dass Sie Kenntnisse aus mehreren Themengebieten auswählen, anwenden und abwandeln können. Oft gibt es verschiedene Lösungsmöglichkeiten. Kreativität ist bei der Auswahl der geeigneten Lösungswege verlangt, das „Abarbeiten“ der Aufgabenstellung nach einem vorgefertigten Schema reicht nicht aus.

Zu diesem Anforderungsbereich zählen z.B. der planmäßige Vergleich der Ergebnisse mehrerer Untersuchungsmethoden bei der Identifizierung einer chemischen Verbindung und eine selbstständige Beurteilung der Eignung des jeweiligen Vorgehens zur Lösung des Problems. Auch die Darstellung eines alternativen, selbst gewählten Lösungsvorschlags kann verlangt sein.

Prüfungsaufgaben, die Arbeitsanweisungen wie „entwickeln“, „bewerten“ oder „erörtern“ enthalten, sind oft diesem anspruchsvollsten Teil einer Prüfung zuzuordnen. Problemlösendes Denken, Kreativität und die Verknüpfung und Anwendung bekannter Sachverhalte auf bislang unbekannte Situationen werden verlangt. Oft wird auch eine Abwägung von Argumenten, die Bewertung einer Situation, etwa in Fragen des Umweltschutzes oder die Darstellung eines begründeten, persönlichen Standpunktes erwartet.

Schlüsselbegriff	Bedeutung	Beispiel
entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen; eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment oder ein Modell schrittweise weiterführen und ausbauen	<i>Entwickeln Sie einen sachlich begründeten Standpunkt zu den Zukunftsperspektiven der Nutzung des fossilen Energieträgers Braunkohle.</i>
werten, bewerten, beurteilen, entscheiden	die Bedeutung von Prozessen, Aussagen, Handlungen und Themen für den Menschen aus aktueller oder historischer Sicht benennen und ein persönliches, begründetes Urteil abgeben	<i>Bewerten Sie den Vorschlag, alle Kunststoffabfälle zum Heizen von Häusern durch Verbrennung in einfachen Heizungsanlagen wie Kaminöfen zuzulassen.</i>
nachweisen, belegen	Argumente anführen oder experimentell erfassen, die aufzeigen, dass eine Aussage richtig ist	<i>Weisen Sie experimentell nach, in welchem Reagenzglas sich die unbekannte Lösung befindet.</i>
erörtern, diskutieren	eigene Gedanken zu einer Problemstellung entwickeln und zu einem begründeten Urteil kommen	<i>Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des verstärkten Einsatzes von Biodiesel in Pkws.</i>
experimentieren	planmäßige, zielgerichtete Veränderungen der Bedingungen herbeiführen, unter denen chemische Verbindungen vorliegen	<i>Führen Sie ein geeignetes, frei gewähltes Experiment durch, um Ihre Aussagen zu belegen.</i>

Tab. 3: Häufig verwendete Schlüsselbegriffe des Anforderungsbereiches III „Problemlösendes Denken“



### Aufgabe A

Die Varroa-Milbe ist ein Schädling in Bienenvölkern. Zur Bekämpfung wird Ameisensäure (Methansäure) eingesetzt und an der Verwendung von Lithiumchlorid geforscht.

1 Lithium gehört zu den Alkalimetallen. Vergleichen Sie die Elektronenkonfigurationen der Alkalimetalle. 2

2 Trotz größerer molarer Masse ist die Siedetemperatur der Methansäure kleiner als die des Lithiumchlorids. Erklären Sie diese Tatsache. 2

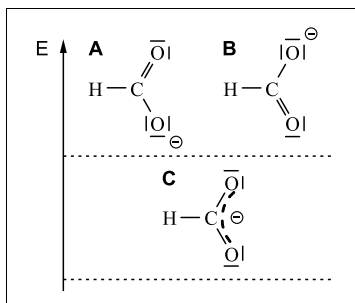
3 Die Herstellung von Methansäure ist u. a. durch folgende Verfahren möglich.

I: Festes Natriumhydroxid reagiert mit Kohlenstoffmonooxid zu Natriumformiat (Natriummethanoat,  $\text{HCOONa}$ ). Dieses wird anschließend mit Schwefelsäure u. a. zu Methansäure umgesetzt.

II: Kohlenstoffdioxid reagiert mit Wasserstoff zu Methansäure.

Entwickeln Sie für die Herstellungsverfahren die Reaktionsgleichungen. 3

4 Bei der Protolyse der Methansäure entstehen u. a. Formiat-Ionen (Methanoat-Ionen). Vergleichen Sie die Energiegehalte der Ionen A, B und C. Nennen Sie die Ursache für den auftretenden Unterschied.

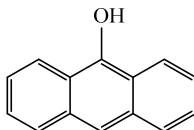


5 Für Methan- und Ethansäurelösungen gleicher Stoffmengenkonzentration gilt:  $\text{pH (Methansäurelösung)} < \text{pH (Ethansäurelösung)}$ .

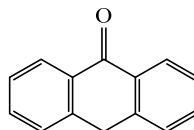
Geben Sie die stärkere der beiden Säuren an. Begründen Sie. 3

6 Im Gegensatz zu Bienen können Menschen Licht erst ab Wellenlängen von ca. 400 nm wahrnehmen.

Eine der beiden angegebenen organischen Verbindungen wird als farblos, die andere als braun-gelber Stoff wahrgenommen.



Anthranol



Anthron

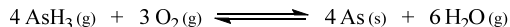
6.1 Begründen Sie, welche Verbindung farbig ist. 2

6.2 Geben Sie unter Verwendung des Orbitalmodells die Bindungsverhältnisse in der Carbonylgruppe (Ketogruppe) an.

## Aufgabe B

1 Die hohen Arsen- und Schwermetallgehalte der Böden des Muldentals in Sachsen sind Folgen des früheren Bergbaus im Erzgebirge.

1.1 Der Nachweis von Arsen in biologischem Material kann durch die MARSHsche Probe erfolgen. Der bei der Probe gebildete Arsenwasserstoff ( $\text{AsH}_3$ ) wird verbrannt. Hält man ein Porzellanschälchen in die Flamme, so wird an ihm schwarz glänzendes Arsen abgeschieden:



Berechnen Sie die molare Standardreaktionsenthalpie für die Verbrennung des Arsenwasserstoffs. 2

1.2 Begründen Sie anhand der LEWIS-Formel die räumliche Struktur des Arsenwasserstoff-Moleküls. 3

2 Arsensäure ( $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ) sowie arsenige Säure ( $\text{H}_3\text{AsO}_3$ ) sind Sauerstoffsäuren des Arsens.

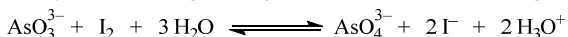
2.1 Bei der Reaktion von Arsen mit konzentrierter Salpetersäure entstehen u. a. Arsensäure und Stickstoffmonooxid.

Entwickeln Sie ausgehend von den Teilgleichungen die Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise. 3

2.2 Eine Arsensäurelösung mit einer Stoffmengenkonzentration von  $c_0 = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  besitzt einen pH-Wert von  $\text{pH} = 1,7$ .

Berechnen Sie mithilfe des Massenwirkungsgesetzes die Säurekonstante  $K_{\text{S}1}$  der ersten Protolysestufe. 3

2.3 Die Reaktion zwischen Iodlösung und arseniger Säure wird zur quantitativen Analyse des Arsengehalts genutzt. Dabei stellt sich folgendes Gleichgewicht ein.



Zur Gewährleistung eines nahezu vollständigen Stoffumsatzes wird eine Lösung die Hydrogencarbonat-Ionen enthält zugesetzt.

Erläutern Sie den Einfluss von Hydrogencarbonat-Ionen auf die Lage dieses Gleichgewichts. 2

Wählen Sie **eine** der Aufgaben **3 oder 4** aus und bearbeiten Sie diese.

3 Die Dekontamination des Grundwassers von Arsenat-Ionen ( $\text{AsO}_4^{3-}$ ) kann u. a. durch Fällung mit Eisen(III)-Ionen in Form von schwerlöslichem Eisen(III)-arsenat erfolgen. Bei steigendem pH-Wert setzt eine konkurrierende Fällung von Eisen(III)hydroxid ein.

3.1 Entwickeln Sie die Reaktionsgleichungen für die beiden Fällungsreaktionen. 2

3.2 Berechnen Sie die Masse an 3 %iger Eisen(III)-chloridlösung, die zum Füllen von 0,5 g Arsenat-Ionen eingesetzt werden muss. Gehen Sie von einem vollständigen Stoffumsatz aus. 3

## Lösungen

### Aufgabe A

- 1 *Lithium als ein Alkalimetall mit der Ordnungszahl 3 steht in der ersten Hauptgruppe des Periodensystems. Die Elektronenkonfiguration lautet  ${}^3\text{Li}: 1s^2 2s^1$ .*

Alle **Alkalimetalle** haben ein einfach besetztes s-Unterniveau als höchstes besetztes Energieniveau. Die Anzahl besetzter Hauptenergieniveaus ist jedoch bei jedem Alkalimetall unterschiedlich, da diese von oben nach unten im Periodensystem zunimmt.

- 2 *Am Siedepunkt bewegen sich die Teilchen frei von Wechselwirkungen. Allgemein ist der Siedepunkt von der molaren Masse bzw. Molekülmasse des Stoffes abhängig. Dabei ist aber zu beachten, dass auch zwischenmolekulare Kräfte einen starken Einfluss haben. Lithiumchlorid:  $M = 42,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $T(\text{Sied.}) = 1360^\circ\text{C}$   
Methansäure:  $M = 46 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  $T(\text{Sied.}) = 101^\circ\text{C}$*

Lithiumchlorid ist ein Salz, bestehend aus Kationen und Anionen, die durch starke **elektrostatische Wechselwirkungen** (Ionenbindung) im Ionengitter zusammengehalten werden. Die Ionen aus dem Gitter zu lösen und frei bewegen zu lassen benötigt sehr viel Energie. Methansäure ist ein organisches Molekül, das **Wasserstoffbrücken** zwischen den Teilchen ausbildet. Diese Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen können leichter überwunden werden.

- 3 I:  $\text{NaOH(s)} + \text{CO(g)} \rightleftharpoons \text{HCOONa(s)}$   
 $2 \text{HCOONa(s)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l}) \rightleftharpoons 2 \text{HCOOH(aq)} + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq})$   
II:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HCOOH(l)}$

- 4 Die Abbildungen A und B der Formiat-Ionen (Methanoat-Ionen) sind energetisch gleichwertige, mesomere Grenzstrukturen. Die Darstellung von C zeigt einen mesomeriestabilisierten Zustand durch die **Delokalisation** von  $\pi$ -Elektronen. Dieser Zustand C ist energieärmer als die beiden Grenzstrukturen von A und B.

- 5 *Organische Säuren bilden Protolysegleichgewichte aus. Je stärker die Säure, desto mehr liegt das Gleichgewicht auf der Seite der deprotonierten Form der Säure.*

Bei gleicher Stoffmengenkonzentration von Methan- und Ethansäure ist der pH-Wert bei Methansäure kleiner, d. h., es liegt eine höhere Stoffmengenkonzentration an Hydronium-Ionen in der Lösung vor. Die Methansäure protolyisiert also stärker und ist somit die stärkere Säure.

- 6.1 *Ein Chromophor ist ein konjugiertes Doppelbindungselektronensystem, dessen Elektronen für die Absorption von sichtbarem Licht verantwortlich sind und damit dem Stoff seine Farbe verleihen. Je ausgedehnter der Chromophor eines Moleküls ist, desto kleiner ist die Energie und desto größer ist die Wellenlänge des absorbierten Lichtes.*

Anthranol besitzt im Vergleich zu Anthron ein größeres **konjugiertes  $\pi$ -Elektronensystem** (Chromophor). Dazu kommt der +M-Effekt der Hydroxygruppe, wodurch eine bathochrome Verschiebung (Rotverschiebung) des Absorptionsspektrums hin zu größeren Wellenlängen stattfindet. Anthranol ist deshalb der farbige Stoff.

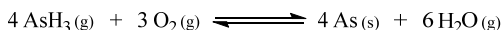
- 6.2 Die Carbonylgruppe, auch CO-Gruppe, ist gekennzeichnet durch ein Kohlenstoff-Atom, das ein doppelt gebundenes Sauerstoff-Atom trägt.

Sowohl das Kohlenstoff- als auch das Sauerstoff-Atom sind  $sp^2$ -hybridisiert. Die chemische Bindung zwischen den bindenden Molekülorbitalen der Atome wird durch eine  $sp^2$ - $sp^2$ - $\sigma$ -Bindung sowie eine p-p- $\pi$ -Bindung gebildet.

## Aufgabe B

- 1.1 Die molare Standardreaktionsenthalpie  $\Delta_R H_m^0$  ist aus der Differenz der Standardbildungsenthalpien der Produkte und der Standardbildungsenthalpien der Ausgangsstoffe bestimmbar. Dabei haben die Standardbildungsenthalpien für Elemente den Wert Null.

$$\Delta_R H_m^0 = \Delta_f H_m^0(\text{Reaktionsprodukte}) - \Delta_f H_m^0(\text{Ausgangsstoffe})$$



$$\Delta_R H_m^0(\text{AsH}_3) = [6 \Delta_f H_m^0(\text{H}_2\text{O})] - [4 \Delta_f H_m^0(\text{AsH}_3)]$$

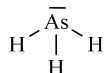
$$\Delta_R H_m^0(\text{AsH}_3) = [6 \cdot (-242 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})] - [4 \cdot (+66 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1})]$$

$$\Delta_R H_m^0(\text{AsH}_3) = \underline{\underline{-1716 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}}$$

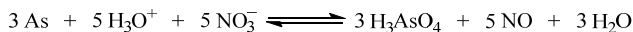
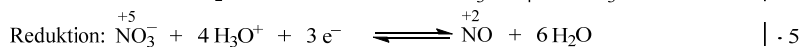
Die molare Standardreaktionsenthalpie für die Verbrennung von Arsenwasserstoff in der MARSH'schen Probe beträgt  $-1716 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- 1.2 Arsenwasserstoff ( $\text{AsH}_3$ ) hat einen **pyramidalen Aufbau**, bei dem drei Wasserstoff-Atome an der dreieckigen Pyramidenbasis sitzen und das Arsen-Atom an der Pyramiden Spitze. Die räumliche Struktur entsteht durch die **Abstoßung** zwischen den bindenden und nichtbindenden Elektronenpaaren des Arsen-Atoms.

LEWIS-Formel:



- 2.1 Reaktion von Arsen mit konzentrierter Salpetersäure:

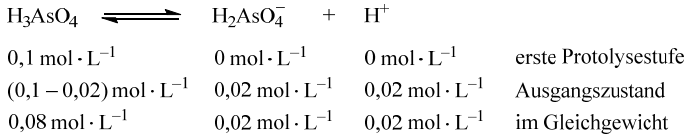


- 2.2 Die Säurekonstante  $K_{S1}$  der ersten Protolysestufe von Arsensäurelösung kann über das Massenwirkungsgesetz (MWG) berechnet werden. Dazu werden die Stoffmengenkonzentrationen im Gleichgewicht in das MWG eingesetzt. Die Konzentration an Wasserstoff-Ionen kann über den pH-Wert bestimmt werden.

Der pH-Wert entspricht dem negativen dekadischen Logarithmus der Konzentration der Wasserstoff-Ionen  $\text{pH} = -\log c(\text{H}^+)$ . Die Konzentration der protolysierten Arsensäure im ersten Protolyseschrift ist gleich der Wasserstoff-Ionenkonzentration.



$$c(\text{H}^+) = 10^{-\text{pH}} \cdot \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^{-1,7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = \underline{\underline{0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}}$$

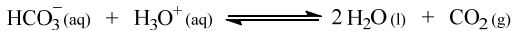


$$K_{\text{S1}} = \frac{c_{\text{Produkte}}}{c_{\text{Edukte}}} = \frac{c_{\text{H}_2\text{AsO}_4^-} \cdot c_{\text{H}^+}}{c_{\text{H}_3\text{AsO}_4}}$$

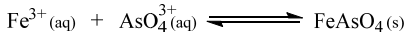
$$K_{\text{S1}} = \frac{0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot 0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{0,08 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}} = \underline{\underline{5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}}$$

Die Säurekonstante  $K_{\text{S1}}$  der ersten Protolysestufe einer Arsensäurelösung mit einer Ausgangskonzentration von  $c_0 = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  beträgt  $K_{\text{S1}} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

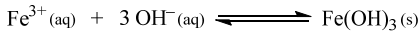
- 2.3 Durch die Zugabe von Hydrogencarbonat-Ionen zum Gleichgewicht werden Hydronium-Ionen entzogen. Die Nachbildung von Hydronium-Ionen bewirkt eine Neueinstellung des chemischen Gleichgewichtes und führt zum gewünschten Stoffumsatz der arsenigen Säure.



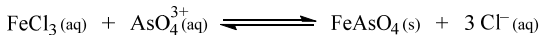
- 3.1 Die Dekontamination des Grundwassers von Arsenat-Ionen erfolgt durch Fällung mit Eisen(III)-Ionen als schwerlösliches Eisen(III)-arsenat.



Die Fällungsreaktion von Eisen(III)-arsenat konkurriert mit der Fällung von Eisen(III)-Ionen bei höherem pH-Wert als Eisen(III)-hydroxid.



- 3.2 Mithilfe des stöchiometrischen Verhältnisses lässt sich die Masse an Eisen(III)-chlorid berechnen, die zur Fällung der bestimmten Menge an Arsenat-Ionen notwendig ist. Bei der 3%igen Lösung handelt es sich um eine Angabe in Massenprozent.



$$n = \frac{m}{M}; \quad n_{\text{FeCl}_3} = n_{\text{AsO}_4^{3-}}; \quad \frac{m_{\text{FeCl}_3}}{M_{\text{FeCl}_3}} = \frac{m_{\text{AsO}_4^{3-}}}{M_{\text{AsO}_4^{3-}}}$$

$$m_{\text{FeCl}_3} = \frac{m_{\text{AsO}_4^{3-}} \cdot M_{\text{FeCl}_3}}{M_{\text{AsO}_4^{3-}}} = \frac{0,5 \text{ g} \cdot 162,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{138,9 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = \underline{\underline{0,584 \text{ g}}}$$

$$m_{3\% \text{ige Lösung}} = \frac{m_{\text{FeCl}_3} \cdot 100}{3} = \frac{0,584 \text{ g} \cdot 100}{3} = 19,47 \text{ g} \approx \underline{\underline{20 \text{ g}}}$$

Die Masse an 3 %iger Eisen(III)-chloridlösung, die zur Fällung von 0,5 g Arsenat-Ionen benötigt wird, beträgt circa 20 g.



© **STARK Verlag**

[www.pearson.de](http://www.pearson.de)  
[info@pearson.de](mailto:info@pearson.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH  
ist urheberrechtlich international geschützt.  
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung  
des Rechteinhabers in irgendeiner Form  
verwertet werden.